Aus der chirurgischen Abteilung
(Leiter: Professor Dr. med. Dr. med. dent. Rudolf Stellmach)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin

# UNTERSUCHUNGEN ZUM PROBLEM DER AXIALEN UND SUBMANDIBULÄREN RÖNTGENAUFNAHME-METHODEN IN DER ZAHNHEILKUNDE

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1970

vorgelegt von
Jürgen Kommer
aus Angerburg

Aus der chirurgischen Abteilung
(Leiter: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Rudolf S t e l l m a c h)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin

---

# UNTERSUCHUNGEN ZUM PROBLEM DER AXIALEN UND SUBMANDIBULÄREN RÖNTGENAUFNAHMEMETHODEN IN DER ZAHNHEILKUNDE

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Jürgen Kommer
aus Angerburg

Dekan: Professor Dr.med. Herbert L a x

Referent: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Gerhard F r e n k e l

Korreferent: Professor Dr.med.dent. Christian S c h u l z e

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 22. 4. 1970

Herrn Professor Dr.med.dent. Werner HIELSCHER[+]

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546513_0081

Inhaltsübersicht


| | Seite |
|---|---|
| EINLEITUNG | 1 |
| ALLGEMEINER TEIL | 3 |
| A. Aufbißprojektionen im Oberkiefer | 3 |
| B. Aufbißprojektionen im Unterkiefer | 7 |
| a) Die Aufbißaufnahme des Unterkiefers | 7 |
| b) Die submandibuläre Projektion nach v. RECKOW | 7 |
| SPEZIELLER TEIL | 9 |
| A. Aufbißprojektionen im Oberkiefer am Skelett | 9 |
| 1. Einstellungstechnik | 9 |
| 2. Orientierungshilfen | 10 |
| 3. Belichtungszeiten | 10 |
| 4. Filmmaterial | 11 |
| 5. Aufstellung der Aufnahmeserien | 11 |
| 6. Auswertung der Bildserien | 12 |
| Detaildiagnostik der Aufbißprojektionen des Oberkiefers | 23 |
| B. Projektionen im Unterkiefer am Skelett | 27 |
| a) Aufbißprojektionen | 27 |
| 1. Einstellungstechnik | 27 |
| 2. Orientierungshilfen | 27 |
| 3. Belichtungszeiten | 28 |
| 4. Anordnung der Aufnahmeserie | 28 |
| 5. Auswertung | 29 |
| b) Die submandibuläre Projektion | 32 |
| 1. Einstellungstechnik | 32 |
| 2. Anordnung der Aufnahmen | 32 |
| 3. Auswertung | 33 |
| C. Aufbißprojektionen im Oberkiefer am Patienten | 35 |
| DISKUSSION | 36 |
| ZUSAMMENFASSUNG | 39 |
| BILDTEIL | 41 |
| LITERATURVERZEICHNIS | 61 |

# E I N L E I T U N G

Aufbißprojektionen werden bei allen Lokalisationsaufgaben mit flacher Strahlenführung der intraoralen Röntgenaufnahmen (limbale Einstellung und Parallelprojektionen verschiedener Art) kombiniert.

Bei senkrechter Strahlenführung zum Film ist die Lagebeurteilung der Lokalisationsobjekte zur Nachbarregion umso genauer möglich, je mehr der Zentralstrahl durch das zu lokalisierende Objekt verläuft. So wird es fallweise erforderlich sein, von der typischen Projektionsanordnung abzugehen und den Zentralstrahl in variabler Entfernung parallel zur Median-Sagittalebene einzustellen.

Für den Unterkieferbereich sind die Aufnahmeanordnungen in Abhängigkeit der Fragestellung festgelegt (Darstellung der Speichelsteine und tumoröser und zystischer Auftreibung des Kiefers). Diagnostische Schwierigkeiten bei der Interpretation der normalen Bildmerkmale ergeben sich niemals.

Im Oberkieferbereich sind die Aufnahmeempfehlungen seit jeher uneinheitlich und besonders zahlreich gewesen. Die verminderte Fokusposition und die variablen Filmaufstellungen mit den unterschiedlichsten Zentralstrahleinstellungen ergeben insgesamt derartig unterschiedliche Abzeichnungen der Objekteinzelheiten des Oberkiefers, daß es sich aufdrängt, die Bildbeeinflussung bei wechselnden Aufnahmebe-

dingungen an Hand von Serienuntersuchungen am Phantom zu studieren und die Einordnung der Details so exakt vorzunehmen, daß man auf Grund der Abzeichnungsmuster in die Lage versetzt wird, retrospektiv die Aufnahmebedingungen anzugeben.

Deshalb zielte diese Arbeit darauf ab, die Abzeichnungsvariationen der einzelnen Bildmerkmale bei verschiedenen Projektionen mit Orientierungshilfen zu objektivieren, die überhaupt sinnvoll möglichen Untersuchungsanordnungen zu berücksichtigen, Hinweise für exakte Interpretation zu liefern und optimale Aufnahmeanordnungen für die sich ergebenden Fragestellungen zu empfehlen.

# A L L G E M E I N E R  T E I L

## A. Aufbißprojektionen im Oberkiefer

Die verschiedenen röntgenologischen Darstellungsmöglichkeiten des Oberkiefers mittels Aufbißaufnahmen unterscheiden sich hauptsächlich durch variable vertikale Winkeleinstellungen.

Verläuft der Zentralstrahl bei neutraler Zahnstellung entlang der Zahnachsen der oberen Schneidezähne, und bildet er so mit der etwa waagerecht liegenden Filmebene einen Winkel von 110 - 115°, spricht man von einer a x i a l e n Projektion.
Verkleinert sich dieser Winkel vorwärts zur Mittelsenkrechten des Films, dann handelt es sich um h a l b - a x i a l e Projektionen, deren Winkel zwischen 100° und 60° schwanken können.

Weitere Variationen können sowohl in der Größe des Filmformats als auch in der Filmlage in Bezug auf die Medianebene in horizontaler Richtung erfolgen.

Zur Darstellung im Oberkieferbereich empfiehlt v. RECKOW (4) eine modifizierte Bißebenenaufnahme, die in einfacher Form schon im Jahre 1909 von ROBINSOHN und SPITZER angegeben worden ist. Dazu benutzt er Filme verschiedener Abmessungen (6 x 6, 4 x 5 cm). Bei entsprechender Variation der Zentralstrahlführung kann nach seiner Angabe auch das praxisgewohnte Format (3 x 4 cm) im Sinn einer "Ausschnittsaufnahme" benutzt werden.

Entgegen der symmetrischen Lage eines Films (6 x 6) und einer Zentralstrahleinstellung auf die Medianebene, wird der den Bildausschnitt liefernde Film (3 x 4) exzentrisch, mit der Vorderkante auf der Höhe des medialen Kontaktpunktes des Caninus, im Aufbiß fixiert. Die Zentralstrahl-

ebene liegt dann daumenbreit seitwärts der Medianebene.

Die Zentralstrahlführung ist der modifizierten Filmlage und der klinischen Fragestellung angepaßt.
Während unter Wahrung der Medianebene der vertikale Winkel für den Zentralstrahl mit ca. 60° der Methodik von ROBINSOHN und SPITZER bei der Bißebenenaufnahme zur isometrischen Darstellung der oberen Frontzähne entspricht, zeigt die Einstellung mit 110° die schon vor ca. 30 Jahren von amerikanischen Kieferorthopäden benutzte Anordnung (mindestens 18 Zoll - 45 cm Fokus Filmabstand zur meßbaren Darstellung des oberen oder auch unteren Zahnbogens).

Der vertikale Winkel von 80° überschreitet den der sog. halbaxialen Projektion im Frontzahnbereich merklich.

Wird nun der Zentralstrahl mit einem vertikalen Winkel von 80° nicht auf die Medianebene, sondern auf eine daumenbreit seitlich verlaufende Sagittalebene eingestellt, so kommt es zu einer nahezu axialen Projektion der oberen Seitenzähne.

Mc CALL und WALD (2) unterscheiden bei den Okklusionsfilmen im Oberkiefer die Querschnitts- oder Übersichtsaufnahme und die topographische Ausschnittsaufnahme.

Die Winkeleinstellung der Querschnittsaufnahme erfolgt mit 10 - 15° vorwärts von der Mittelsenkrechten, also halbaxial zu den Längsachsen der oberen Schneidezähne. Bei der topographischen Aufnahme, die jeweils für eine Kieferhälfte angefertigt wird, verläuft der Zentralstrahl durch die Region des Foramen infraorbitale mit einer Winkeleinstellung von 60 bis 65°, etwas schräg zur Medianebene geneigt.

Als Besonderheit gilt eine von PARMA (3) angegebene Methode. Es handelt sich hierbei um eine Ausschnittsaufnahme, die sog. Tuberübersichtsaufnahme.

Die Projektion erfolgt durch die Fossa temporalis auf den im Seitenzahnbereich im Aufbiß fixierten Film.

Ebenso ist die BALTER'sche Methode zu verstehen, die zur Klärung der Lagebeziehung eines retinierten 3. Molaren dient. Die Projektion erfolgt mit einer Winkeleinstellung von 80° auf eine Sagittalebene, die ca. 2 cm seitwärts der Medianebene liegt. Der Film ( 3 x 4) ist weit dorsal und exzentrisch schräg im Aufbiß liegend appliziert.

HIELSCHER (1) unterteilt die Aufbißaufnahme im Oberkiefer nach der Art der darzustellenden Zähne in drei Abteilungen und wählt dementsprechend Filmformat, Filmlage und Projektionsrichtung:

1. Im Bereich der Frontzähne:
   Bei Lokalisationsobjekten im Bereich zwischen beiden Eckzähnen: 4 x 5 cm Film Querformat; die Filmkante überragt die Schneidekante der Zähne minimal, der Kopf des Patienten ist so eingestellt, daß die obere Zahnreihe horizontal verläuft.
   Strahlenführung: 65 - 80° in der Median-Sagittalebene.

2. Im Bereich der Praemolaren:
   Bei Lokalisationsobjekten zwischen Eckzahn und zweitem Praemolaren: 4 x 5 cm Film im Längs- oder Querformat; die obere Zahnreihe verläuft horizontal.
   Strahlenführung: 80° im vertikalen Winkel fingerbreit neben der Median-Sagittalebene.

3. Im Bereich der Molaren:
   Bei Lokalisationsobjekten zwischen erstem und zweitem Molaren: 3 x 4 cm Film, weit dorsal exzentrisch gelegen; die obere Zahnreihe verläuft horizontal.
   Strahlenführung: 80° daumenbreit neben der Median-Sagittalebene.

SONNABEND (5) gibt an, den Strahleneinfall bei Aufbißaufnahmen weitgehend dem rechten Winkel zur Filmebene anzunähern.

Im distalen Kieferbereich treten jedoch Schwierigkeiten für eine sichere Diagnose auf, da Nasenboden, Kieferhöhle und die ausladende Crista zygomaticomaxillaris übereinanderprojiziert werden.

Das Hauptindikationsgebiet für Aufbißprojektionen im Oberkiefer besteht in der Lokalisation hochverlagerter Zähne. Sie werden darüber hinaus angewandt, wenn es das Ausmaß der großen, nicht dentogenen Zysten in diesem Bereich zu erfassen gilt. Auch Mesiodentes können mit dieser Projektion gut dargestellt werden.

B. Aufbißprojektionen im Unterkiefer

Zur Darstellung des Unterkiefers kommen hauptsächlich zwei Methoden in Frage, die sich im wesentlichen durch die Lage des Films in Bezug auf die Mandibula unterscheiden.

a) Die Aufbißaufnahme des Unterkiefers

Mc CALL-WALD (2) geben für die Herstellung eines "Querschnittsfilms" (Gesamtübersicht) einen Strahlengang parallel zu den Längsachsen der Schneidezähne an, während beim "topographischen Film" (Ausschnittsfilm) der Zentralstrahl mit einem Winkel von 25 - 30° geführt werden soll.
Erfolgt die Strahlenführung entlang der Innenfläche des Kieferkörpers und in Richtung der Zahnachsen, so ermöglichen die Aufnahmen eine zuverlässige Beurteilung des Kieferkörpers in latero-lateraler Ausdehnung, bringen mithin Exostosen zur Abbildung und zeigen die Lageveränderungen von Zähnen in vestibulooraler Richtung an (HIELSCHER (1)).

b) Die submandibuläre Projektion nach v. RECKOW (4)

Bei dieser Technik befindet sich der Film am unteren Rand der Mandibula. Der Strahleneinfall erfolgt entweder in axialer Richtung (90° zum Film) zur Darstellung des Zahnbogens im Sinne einer Querschnittsaufnahme oder in apikaler Richtung auf den in den Mundboden gedrückten Film (mit einem Winkel von 30 - 40°) zur Darstellung im Knochen gelegener Objekte.

"Es gilt, zu der mit Zahnfilmen von 3 x 4 cm gewonnenen Übersicht über den Processus alveolaris auch den Überblick über das Corpus mandibulae zu erschließen, und zwar mittels in der Praxis verarbeitungsfähiger Zahnfilme von 4 x 5 bzw. 6 x 6 cm. Das gelingt nur mit den sogenannten submandibulären Röntgenaufnahmen. Das Verfahren besteht darin, daß zum Beispiel zur

Darstellung der Kinnpartie der Film 4 x 5 cm von unten an die Mandibula, und zwar mit den Grundphalangen der geschlossenen Hand, angedrückt wird, unter der Nachgiebigkeit des Mundbodens auch nach oben. Die Filmebene und die Hauptebene des Kieferkörpers schließen dabei einen Winkel von 45° ein. Raumbeengende Prozesse in dieser Gegend geben je nach Umfang natürlicherweise eine Kontraindikation ab".

Indikationen für Aufbißprojektionen im Unterkiefer bilden verlagerte Zähne, Zysten, Speichelsteine (Methode der Wahl!) und linguale bzw. bukkale Exostosen.

Zwei senkrecht zueinander geführte Projektionen sind, soweit es nur irgendwie durchführbar ist, in Hinsicht auf die Lokalisation anzustreben, da sie immer am ausgiebigsten ausgewertet werden können.

# S P E Z I E L L E R  T E I L

## A. Aufbißprojektionen im Oberkiefer am Skelett

### 1. Einstellungstechnik

Die exakte Einstellung des Zentralstrahls auf den Röntgenfilm ist Voraussetzung für eine diagnostisch wertvolle Projektion. Gilt es, Lokalisationsobjekte im Bereich des Oberkiefers in ihrer Lagebeziehung zu klinisch fixen Markierungspunkten zu projizieren, so müssen wir den Zentralstrahl in d r e i Richtungen auf den Röntgenfilm einstellen. Zur besseren Orientierung unterscheiden wir eine sagittal verlaufende Filmmittellinie und eine transversal verlaufende Filmmittellinie, welche sich im Filmmittelpunkt senkrecht kreuzen.

a) Die v e r t i k a l e Einstellung des Zentralstrahles erfolgt immer auf die transversale Filmmittellinie; bei Projektionen in der Medianebene des Schädels wäre es somit der Filmmittelpunkt.
Der Tubus der Siemens-Kugel wurde mit einem Zielstab versehen, der den Verlauf des Zentralstrahles veranschaulicht und somit eine bei allen Aufnahmen gleiche Einstellung sichert.

b) Die h o r i z o n t a l e oder t r a n s v e r s a l e Einstellung des Zentralstrahles wird bei den einzelnen Aufnahmeserien variiert. Wir unterscheiden Projektionen in der Medianebene (sie ist identisch mit der sagittal verlaufenden Filmmittellinie) und in rechts und links seitlich davon liegenden Sagittalebenen (siehe Abb. 1b).

c) Die Einstellung des W i n k e l s , den der Zentralstrahl mit der waagerechten Filmebene bildet.

Sie erfolgt bei den einzelnen Serien mit 110° (axiale Projektion), 100°, 90°, 80°, 70° und 60° (halbaxiale Projektionen) (siehe Abb. 1a).

2. Orientierungshilfen

Um die diagnostische Auswertung der Aufnahmen zu erleichtern, insbesondere um den röntgenologischen Befund mit dem klinischen zu vergleichen, wurden an der linken Schädelhälfte Markierungen angebracht. Sie sollen eine genaue Klärung der Lagebeziehungen von röntgenologisch erfaßten Objekten zu ihrer Umgebung ermöglichen (siehe Abb. 1,2,3).

Nr. 1, ein Draht am unteren medialen Orbitarand

Nr. 2, ein unterbrochener Draht (5 Teile) am vorderen Rand des Nasenbeins

Nr. 3, ein Draht von der Spina nasalis anterior entlang der Apertura piriformis

Nr. 4, ein unterbrochener Draht (4 Teile) von der Facies anterior ossis maxillae über die Crista infrazygomatica zur Facies infratemporalis

Nr. 5, ein unterbrochener Draht (6 Teile), angebracht wie Nr. 4, nur etwas weiter medial

Nr. 6, ein Draht in sagittaler Richtung an der Facies nasalis ossis maxillae im unteren Nasengang

Nr. 7, ein Bohrerkopf an der seitlichen Nasenbodenvorwölbung, medial der Markierung Nr. 6

Nr. 8, ein unterbrochener Draht (6 Teile) entlang der Sutura palatina

Nr. 9, ein Metallstift palatinal etwas überhalb der Wurzelspitze des linken seitlichen Schneidezahnes

Nr. 10, ein Eckzahn, schräg palatinal im Bereich von +3 bis +6

3. Belichtungszeiten

Die Aufnahmen wurden mit der S i e m e n s-Kugel A (60 KV - 10 mA) hergestellt.

Durch Probeaufnahmen wurden die optimalen Belichtungszeiten ermittelt.

Dabei ergab sich, daß die Belichtungszeiten entsprechend der jeweiligen Winkeleinstellung zu variieren sind, weil verschieden starke Knochengebiete zu durchdringen sind:

| | | |
|---|---|---|
| Einstellwinkel | 110° | = 1,8 Sek. |
| " | 100° | = 1,8 " |
| " | 90° | = 1,2 " |
| " | 80° | = 0,8 " |
| " | 70° | = 0,5 " |
| " | 60° | = 0,4 " |

Die Röntgenfilme sind etwas unterbelichtet worden, da weiche Negative zur Herstellung von einwandfreien Positiven geeigneter sind als harte. Die Belichtungswerte für Patientenaufnahmen liegen weitaus höher, da zu den zu durchdringenden Knochenpartien verschieden starke Weichteilgebiete hinzukommen. Folgende Belichtungswerte haben sich für Aufnahmen am Patienten ergeben:

| | | |
|---|---|---|
| Einstellwinkel | 110° | = 4,5 Sek. |
| " | 100° | = 4,5 " |
| " | 90° | = 2,0 " |
| " | 80° | = 1,8 " |
| " | 70° | = 1,4 " |
| " | 60° | = 0,8 " |

4. Filmmaterial

Für alle Aufnahmen sind die K o d a k D e n t a l X - r a y Filme in verschiedenen Formaten verwandt worden. Die Verarbeitung erfolgte unter gleichen Bedingungen.

5. Aufstellung der Aufnahmeserien

1. Serie: Filmformat: 6 x 8 cm
Filmlage: im Querformat symmetrisch
transversale Einstellung: in der Medianebene
Winkeleinstellung: 110° bis 60°

2. Serie: Filmformat: 6 x 8 cm

Filmlage: im Querformat symmetrisch

transversale Einstellung: in einer Sagittalebene, die 1 cm l i n k s der Medianebene liegt

Winkeleinstellung: 110° bis 60°

3. Serie: Filmformat: 6 x 8 cm

Filmlage: im Querformat symmetrisch

transversale Einstellung: in einer Sagittalebene, die 1/2 cm r e c h t s der Medianebene liegt

Winkeleinstellung: 110° bis 60°

4. Serie: Filmformat: 4 x 5 cm

Filmlage: im Längsformat auf der linken Schädelseite

transversale Einstellung: 1 cm l i n k s der Medianebene

Winkeleinstellung: 110° bis 60°

5. Serie: Filmformat: 4 x 5 cm

Filmlage: im Längsformat auf der linken Schädelseite

transversale Einstellung: in einer Sagittalebene, die links von der Medianebene in Höhe der Crista infrazygomatica liegt

Winkeleinstellung: 110° bis 60°

6. Auswertung der Bildserien

Die Aufnahmen einer Serie werden prinzipiell nach den Gesichtspunkten:

a) Gesamteindruck,

b) Darstellung der Zähne,

c) Darstellung der angrenzenden Knochenpartien,

d) Projektionsbedingt auftretende Objektverschiebungen und

e) Situationsanalyse an Hand der Orientierungshilfen

ausgewertet.

**Besondere Aufmerksamkeit müssen vor allem die Überlagerungen der kranial gelegenen Knochenpartien finden, weil sie in bestimmte und für die Diagnose besonders wichtige Anteile des Oberkiefers projiziert werden können, wodurch Lokalisationskörper geringerer Schattendichte oder die Abgrenzung transparenter Bezirke, die für die Einschätzung des Befundes Bedeutung erlangt, der Beurteilung entgehen können.**

1. Serie: 110° Einstellung (Abb. 5)

Bei dieser Einstellung ist der Zahnbogen komplett abgebildet. Die Zähne erscheinen annähernd in der Aufsicht, im Praemolaren- oder Molarenbereich sind die Überlagerungsschatten (Spindelkörper) nur vereinzelt zu sehen. Diese Projektion ist schlechthin als Übersichtsaufnahme einzustufen. Die Objektwiedergabe ist optimal. Die Zähne sind ebenso beurteilbar wie die Knochenbereiche. Der knöcherne Gaumen und die Tuberbereiche sowie die Region des Processus zygomaticus maxillae sind ausreichend erfaßt.

Die Objektdetails mit den Orientierungshilfen "1,3,4,5,6,7,8,9,10" sind abgebildet und können beurteilt werden.
Der Objektpunkt "1" am medialen Anteil des Margo inferior orbitae ist am unteren Bildrand sichtbar. Von seinem distalen Ende zieht ein Verdichtungsband nach lateral, welches den unteren Anteilen des Orbitarandes entspricht.
Der Markierungspunkt "3", der von der Spina nasalis anterior beginnend entlang der Apertura piriformis verläuft, sitzt einer nach limbal diffus auslaufenden Schattenverdichtung auf, die ohne Orientierungshilfe nicht einzuordnen ist.

Die im Bereich des Processus zygomaticus maxillae montierten Drähte (4 und 5) durchziehen die schwache Schattenzeichnung dieses Fortsatzes; sie begrenzen keine Kontur, weil die Wandpartien des Fortsatzes fast senkrecht zur Projektionsrichtung liegen.
Die Orientierungshilfe "6", die an der Umwölbung von der lateralen Nasenwand zum Nasenboden gelegen ist, begrenzt eine ungleichmäßige Schattenverdichtung neben den palatinalen Kronenflächen. Diese Schattenzeichnung läuft medial im Bereich der Zähne +4, +5, +6 diffus aus, um anschließend zunächst eine einfache, dann eine Doppelkontur zu bilden. Die Tatsache, daß dieser Draht der genannten Schattenverdichtung nicht innig anliegt, ist einfach zu erklären. Die konturgebenden Wandpartien dieser Linien oral und deutlich weiter kaudal haben nichts mit der Nasenwand zu tun. Sofern die Röntgenstrahlen über weitere Strecken entlang der seitlichen Nasenwand verlaufen, ist mit einer deutlichen Kontur zu rechnen. Liegen die Wände schräger im Strahlengang, dann wird die Begrenzung mehr oder weniger diffus ausfallen müssen. Doppelkonturen kommen dadurch zustande, daß sowohl die Innen- als auch die Außenseite des Knochens Zeichnung hinterlassen.

100° Einstellung (Abb. 6)

Bei einer um 10° geringeren vertikalen Winkeleinstellung werden die Tuberbereiche fast vollständig abgeschnitten. Der Zahnbogen ist dargestellt.
Die Überlagerungsschatten der Zähne nehmen im Praemolaren- und Eckzahnbereich zu. Die vorderen Partien des Oberkiefers rücken mehr ins Bild, die rückwärtigen werden verdrängt.

Auf dieser Aufnahme erscheinen zum ersten Mal Schattenkonfigurationen, die einer exakten Einordnung bedürfen.
Zwischen den beiden Eckzähnen verlaufend, spannt sich eine flachbogenförmige Kontur, deren Mitte eine stumpfwinkelige nach dorsal gerichtete Einziehung beschreibt, über beide Kieferhälften. Sie breitet sich symmetrisch über die Zähne bis in die lateralen Knochenpartien aus. Es handelt sich hier um eine Projektion der frontalen Schädelwand mit ihrem spitz ausgeprägten inneren, und flach ausgeprägten äußeren Verlauf.
Die Orientierungshilfen wandern in Richtung auf den oberen Bildrand, sie liegen jedoch noch nicht in ihrer natürlichen räumlichen Beziehung zueinander. Demzufolge ist der Markierungspunkt "2", der unterbrochene Draht am unteren Rand des Nasenbeines, außerhalb des Zahnbogens dargestellt, obwohl er in Wirklichkeit weiter distal liegt.

90° Einstellung (Abb. 7)

Diese Aufnahme entspricht der Zentralstrahlführung in der Scheitelsenkrechten auf den Filmmittelpunkt, d.h. einer direkten Aufsicht.
Der Zahnbogen ist noch in seiner Gesamtheit erfaßt, wobei die Frontzähne halbaxial und die Seitenzähne fast axial dargestellt sind.
Auch die lateralen Knochenanteile des Oberkiefers sind abgebildet. Die für das Bild Abb. 6 (100° Einstellung) zwischen den zweiten Praemolaren beschriebene Schattenzeichnung ist auf dieser Aufnahme in den dorsalen Bereich (in Höhe der 2. Molaren) projiziert.
An ihre Stelle ist eine Verschattung getreten, die in ihrer halbmondförmigen nach medial konvexen Linienführung der Projektion des oberen Orbitarandes entspricht.

Die s e n k r e c h t e Strahlenführung bei dieser Aufnahme ermöglicht es, die Lagesituation der Markierungen in eine genaue Beziehung zu den Knochenzeichnungen mit eindeutiger Konfiguration zu bringen und so eine genaue Lagebestimmung in dorso-ventraler und latero-lateraler Ausdehnung vorzunehmen.
Die den unteren Orbitarand kennzeichnende Markierung "1" liegt entsprechend der anatomischen Situation am Skelett etwas weiter distal als die Schattenzeichnung des oberen Orbitarandes. Markierung "3" deutet vorzüglich den Verlauf des unteren Naseneinganges an, der vordere Rand des Nasenbeines (Markierung "2") befindet sich weiter medial.

80° Einstellung (Abb. 8)

Der typische Bildcharakter einer halbaxialen Aufnahme wird in diesem Bild immer einprägsamer. Deutlich ist die halbaxiale Projektion der Schneidezähne, die einer extrem steilen Einstellung bei der CIESZYNSKI-Methode entspricht. Die Wurzelbereiche werden der Beurteilung erstmals zugänglich. Die Eckzähne und Seitenzähne sind übereinanderprojiziert, verwertbare Details sind nicht zu erkennen.
Die lateralen Partien des Oberkiefers wandern weiter nach oben, ebenso die zweite transversal verlaufende Schattenkonfiguration. In der Mitte des Gaumens erscheint die deutliche Transparenz des Cavum nasi.
Die Seitenzähne sind projektionsbedingt durch die Schattenzeichnung des vestibulären und oralen Oberkieferknochens und des unteren Orbitarandes überlagert, so daß dieser Bereich hier nur noch inkomplett beurteilt werden kann.

Während die Markierungen "2" und "3" zusammen mit den symmetrischen Aufhellungen den knöchernen Naseneingang veranschaulichen, sind die Orientierungshilfen "1", "4", "5" und "6" insofern wertlos geworden, als sie die Zusammenhänge mit bestimmten Schattenverdichtungen nicht mehr deutlich genug erkennen lassen.

70° Einstellung (Abb. 9)

Mit dieser Winkeleinstellung ist die klassische halbaxiale Projektion der Schneide- und Eckzähne erreicht. Die Zeichnung der Wurzeln und des circumapikalen Knochens in diesem Bereich ist deutlich. Im Backen- und Mahlzahngebiet kommt es zu Überlagerungen, da durch die nahezu sagittale Projektionsrichtung die bukkalen und palatinalen Anteile des Alveolarfortsatzes umsomehr eine noch massivere Schattenverdichtung bilden, deren Details jedoch nicht mehr zu analysieren sind.

60° Einstellung (Abb. 10)

Auf dieser Ausschnittsaufnahme des Oberkiefers sind die Frontzähne verlängert dargestellt. Die Praemolaren und Molaren sind derart überlagert, daß Details nicht mehr beurteilt werden können. Der Knochen ist im Bereich des frontalen Alveolarfortsatzes deutlich abgebildet, die dorsalen Kieferbereiche sind abgeschnitten. Die Wandpartien des Processus zygomaticus sind projektionsbedingt nach dorsal gewandert.

Vergleichende Beurteilung

Die in sechs verschiedenen Winkeleinstellungen hergestellten Aufnahmen lassen sich durch charakteristische Gemeinsamkeiten in zwei Gruppen einteilen. Während die Aufnahmen mit einer Winkeleinstellung von 110, 100 und 90° den gesamten Oberkiefer dar-

stellen und demzufolge als Übersichtsaufnahmen bezeichnet werden können, handelt es sich bei denen mit vertikalen Röhrenwinkeln von 80, 70 und 60° um symmetrische Ausschnittsaufnahmen, da nur der mesiale Teil des Oberkiefers beurteilbar abgebildet wird. Im Gegensatz zu den letzteren wären asymmetrische Ausschnittsaufnahmen Teilfilme nur einer Kieferhälfte.
Die Wahl des Projektionswinkels muß also von der Fragestellung abhängig gemacht werden.
Im einzelnen gesehen, zeigt die Aufnahme mit einem Projektionswinkel von 110° (Abb. 5) sämtliche Orientierungshilfen. Sie ist dadurch hervorragend geeignet, die projektorischen Objektverschiebungen zu studieren, welche durch variable Zentralstrahleinstellungen auftreten. Im Gegensatz dazu ist die Aufnahme mit einer Winkeleinstellung von 90° (Abb. 7) einzustufen. Wenngleich auch der Wert dieser Aufnahme durch zwei massive Schattenzeichnungen, die die Orientierung in einigen Kieferbereichen erschweren, ein wenig vermindert wird, so können doch Lokalisationsobjekte hinsichtlich ihrer Lagebeziehung zu anatomischen Details zuverlässig eingeordnet werden. Man könnte von einer virtuellen Übersichtsaufnahme sprechen. Ihr Wert liegt in der hervorragenden räumlichen Orientierung. Die Aufnahme mit einem Winkel von 100° (Abb. 6) nimmt eine Zwischenstellung ein und kann deshalb unberücksichtigt bleiben. Eine Winkeleinstellung von 80° (Abb. 8) ist anzuwenden, wenn es gilt, Objekte im Frontzahnbereich und im Bereich der medialen Gaumenhälfte darzustellen und wenn es außerdem darauf ankommt, auch die Wurzeln der Schneidezähne zu beurteilen. Diese Aufnahme hat schon den Charakter

einer typischen Ausschnittsaufnahme. Mit einer Winkeleinstellung von 70° (Abb. 9) wird es möglich sein, Lokalisationsfragen zu beantworten, sofern sie Objekte entweder außerhalb der diffusen Alveolarfortsatzzeichnung betreffen, oder durch eine deutliche Schattenintensitätsabstufung innerhalb dieser Alveolarfortsatzzeichnung kenntlich sind. Eine Projektion mit einem Winkel von 60° (Abb. 10) ist wegen ihrer geringen diagnostischen Breite unergiebig und daher lediglich bei Lokalisationsfragen im Bereich der Frontzähne oder für die Darstellung der Mesiodentes anzuwenden.
Dabei hat sich erwiesen, daß die Einstellung mit einem Winkel von 70° für die Projektion im Frontzahnbereich am günstigsten ist. Für den Praemolaren- und Molarenbereich wird der Winkel um 15 bis 20° vergrössert. Die senkrechte Projektion klärt hierbei am exaktesten die Lagebeziehung der Objekte auf. Die beschriebenen Schattenkonfigurationen treten wegen der recht eindeutigen Wiedergabe der anatomischen Verhältnisse in den Hintergrund.
Größere Winkeleinstellungen als 90° sind hinsichtlich ihres röntgen-diagnostischen Wertes schlechter einzustufen als die senkrechte Projektion.
Da bei ihrer Anwendung außerdem sehr hohe Belichtungszeiten zu wählen sind, sollten sie abgelehnt werden. Aus den gleichen Gründen ist auch die reinaxiale Aufnahme für die Gesamtdarstellung des Oberkiefers bei kieferorthopädischen Fragestellungen abzulehnen.

2. Serie:

Bei den Aufnahmen dieser Serie entsprechen Filmlage und Winkeleinstellungen der 1. Serie. Lediglich die transversale Einstellung des Zentralstrahles wurde verändert. Die Zentralstrahlebene befindet sich nun in einer Sagittalen, die 1 cm links von der Medianebene gelegen ist.
Vergleicht man die Aufnahmen mit den entsprechenden Winkeleinstellungen der 1. Serie, so ist festzustellen, daß im Hinblick auf die Darstellung der Zähne und auf die strukturelle Erfassung des Knochens geringfügige Veränderungen aufgetreten sind. Sie haben für den diagnostischen Wert in Abhängigkeit der Fragestellung unterschiedliche Bedeutung.
Die bei der 1. Serie für die Bilder Abb. 6, 7, 8 beschriebenen transversal ziehenden Schattenkonfigurationen sind mit ihrem Mittelpunkt etwas weiter in die rechte Bildhälfte projiziert. Die Schattenzeichnung der Nasenscheidewand, die auf Grund ihrer anatomischen Gestaltung ohnehin in der rechten Bildhälfte erscheint, ist nun noch weiter nach rechts vorgewölbt. Ebenso sind die Orientierungsmarken wenig nach rechts gewandert.

3. Serie:

Wiederum entsprechen Filmlage und Winkeleinstellung denen der Serie 1 und 2. Der Zentralstrahl wird durch eine Ebene geführt, die 1/2 cm rechts der Medianebene verläuft. Dadurch werden die Objektpunkte projektorisch nach der anderen Seite verschoben. Die Objektwanderung ist erklärlicherweise geringer als bei der 2. Serie.
Bezeichnen wir die transversale Richtung des Zentralstrahles der Serie 1 als Projektion I, die

der Serie 2 als Projektion II und letztere als Projektion III, dann lassen sich die projektorisch bedingten Objektveränderungen bei den entsprechenden Untersuchungsserien leicht beschreiben.

Gegenüber der Fokusposition in der Median-Sagittalebene müssen Veränderungen der Brennflecklage in latero-lateraler Richtung zwangsläufig bewirken, daß mit zunehmender seitlicher Verschiebung die räumliche Orientierung auf dieser Seite mehr und mehr den wirklichen Lageverhältnissen entspricht. Sie würden gegenüber den Zähnen optimal zur Ansicht gelangen, wenn sich der Fokus kranial der Apexlinie befindet.

Die besonders ausgeprägte projektorische Objektverschiebung der fokusnah lokalisierten Objektdetails (Orientierungshilfe "1"), die beim Vergleich der wirklichen Lagebeziehung gegenüber der Zahnreihe am Untersuchungsobjekt (präparierter mazerierter Schädel mit Orientierungshilfen) und der Röntgenaufnahmen in den Serien 1 - 3 deutlich in Erscheinung tritt, wird bei einer Fokusverschiebung zu der zu untersuchenden Seite verringert und bei entgegengesetzter Brennfleckverlagerung verstärkt. Erwartungsgemäß wandert der Objektpunkt "1" bei der Serie 2 in der Richtung zur Mittellinie des Oberkiefers und in der Serie 3 entgegengesetzt. Der Objektpunkt "6" wandert in der Serie 2 von den palatinalen Kronenrändern der Molaren weg, um sich ihnen in der Serie 3 zu nähern. Die Markierungen "4" und "5" nähern sich den bukkalen Kronenrändern in der Serie 2, ihre Distanzen vergrössern sich hingegen bei der Serie 3.

Daraus ist zu folgern, daß es bei einer möglichst exakten Lageermittlung verlagerter Zähne oder Fremdkörper sehr darauf ankommt, den Zentralstrahl

möglichst durch die Verbindungslinie der Wurzelspitzen der Zähne dieser Seite zu führen. Das gilt ebenso, wenn man die umgebenden Knochenbereiche in weitgehend richtiger Lagebeziehung zur Zahnreihe setzen will.
Mit einer ausreichenden Lageinformation eines apexnahen Objektes zur Zahnreihe ist auch bei einer Brennfleckposition in der Median-Sagittalebene zu rechnen.

## Detaildiagnostik der Aufbißprojektionen des Oberkiefers:

Zähne:

Die rein axialen und extrem steilen halbaxialen Einstellungen (Abb. 5-9, 11-15, 17-21), die als Übersichtsaufnahmen zu definieren sind, können für die Detaildiagnostik der Kronen und der Wurzelbereiche deswegen keine Bedeutung erlangen, weil die Zähne zwar wechselnd, jedoch derart stark übereinanderprojiziert werden, daß deren diagnostische Hauptanziehungspunkte, wie Periodontalspalt oder die pararadikuläre Region, nicht zu beurteilen sind.

Bemerkenswert ist vielleicht die Tatsache, daß die stark verkürzten Wurzeln der mittleren und seitlichen Schneidezähne bei einer Winkeleinstellung von $90^{\circ}$ erstmals diagnostisch verwertbar ins Bild gelangen, wenngleich auch die Einstellungen mit $80^{\circ}$ und $70^{\circ}$ schon deutlich verbesserte Detailerkennbarkeit erbringen. Was an Zeichnung für den Frontzahnbereich gewonnen wird, geht jedoch, von der Einstellung $110^{\circ}$ zu der von $60^{\circ}$ kontinuierlich zunehmend, für die Information im Seitenzahnbereich (vom Eckzahn beginnend) verloren. Median der Zahnreihe werden die Überlagerungen durch den Knochen immer stärker, so daß schließlich kaum noch irgendwelche Strukturierung erkennbar wird.
Zähne werden jedoch ohnehin mit anderen intraoralen Röntgenaufnahmen besser zur Darstellung gebracht. Allein die nachbarliche Beziehung der Mesiodentes oder verlagerter Zähne zu den Apikalbereichen im Frontzahngebiet wird neben der Lokalisation auch die Frage des Periodontalraumes und der circumapikalen Bildeinzelheiten in den Vordergrund rücken.

Spina nasalis anterior:

Diese so typische Zeichnung, die mit den Knochenflächen des Naseneinganges eine von PARMA (3) beschriebene rhombische Figur bildet, ist bei der senkrechten Projektion nur angedeutet. Sie wird in charakteristischer Form erstmalig bei der Winkeleinstellung von 80° angetroffen und gelangt mit flacherem Winkel immer besser zur Darstellung.

Foramina nasalia:

Die Foramina nasalia sind beidseitig der Mittellinie am besten auf der axialen Projektion zu erkennen. Hier sind sie neben den Wurzelspitzen abgebildet. Projektionsbedingt müssen sie bei allen halbaxialen Einstellungen mehr und mehr nach kranial wandern. Die Abzeichnung wird dann undeutlicher, doch sind sie immer noch genau zu erkennen. Lediglich auf den Bildern mit einer Einstellung von 100° werden sie durch die knöchernen Überlagerungsschatten fast komplett verdeckt.

Sinus maxillaris:

Eine Darstellung der Kieferhöhlen ist nur bei den Aufnahmen mit einem Projektionswinkel von 110° und 100° erfolgt.
Die Aufhellungen erscheinen außerhalb des Zahnbogens im Bereich der Markierungen "4" und "5" und auf der anderen Seite entsprechend. Bei Einstellungen mit kleinerem vertikalen Winkel treten diese Gebiete aus dem Abbildungsbereich.
Deutlich ist jedoch nur die Abzeichnung des Recessus anterior; durch eine klare Verdichtungslinie hebt er sich vom eigentlichen Antrum ab und reicht bis zum Eckzahn. Die seitliche Antrumbegrenzung ist bis zum ersten Molaren zu verfolgen.
In diagnostischer Hinsicht ist diese Antrumprojektion jedoch nicht zu verwenden.

Margo inferior orbitae:

Gekennzeichnet durch die Markierung "1" hebt sich der untere Orbitarand als Verschattung kontrastreich von der Umgebung ab und ist bis zum seitlichen Bildrand zu verfolgen.
Bei Aufnahmen mit einem Winkel von 80° und geringer wird diese Verdichtungslinie zunächst von den Zähnen überlagert und tritt dann nach dorsal aus dem Bild.

Processus zygomaticus:

Anatomisch liegt der Fortsatz zu weit lateral und gelangt deshalb nicht mehr zur Abbildung.

Bogenförmiges Schattenverdichtungsband:

Diese Schattenzeichnung, die sich als breites bogenförmiges Band zwischen den Eckzähnen über den gesamten Oberkiefer spannt und bis in die lateralen Knochenanteile zum Bildrand hin zu verfolgen ist (Abb. 6 - 100°), zeigt in seinem charakteristischem Verlauf die Projektion der frontalen Schädelwand.
Kennzeichnend ist die ventrale Begrenzung durch ihren flachen Verlauf, von der dorsalen durch ihre spitze Linienführung zu unterscheiden.
Wie schon beschrieben, wird diese Zeichnung bei der 90° Einstellung (Abb. 7) in den dorsalen Bildbereich projiziert und verläuft dann zwischen den 2. Molaren. Ihre Bestimmung und anatomische Zuordnung ist jedoch ebenso möglich.

4. und 5. Serie:

Diese Aufnahmen sind als Ausschnittsbilder der Übersichtsfilme (1. bis 3. Serie) zu bezeichnen.

Die Projektion erstreckt sich nur auf eine Kieferhälfte, es ist also kein Symmetrievergleich mit der anderen Seite möglich, was in besonderen Fällen die Vergleichsdiagnose erschweren könnte.

Trotz unterschiedlicher Zentralstrahlführung in transversaler Richtung ist es zu einer nahezu deckungsgleichen Projektion gekommen. Die Detaildiagnostik der Projektionsobjekte ist, soweit beurteilbar, mit den Übersichtsaufnahmen identisch, eine erneute Besprechung erscheint überflüssig.

## B. Projektionen im Unterkiefer am Skelett

### a) Aufbißprojektionen

#### 1. Einstellungstechnik:

Die Führung des Zentralstrahles bei der Herstellung von Aufbißprojektionen im Unterkiefer wird bestimmt durch die anatomische Formbeschaffenheit des Knochens und durch die Lage des Lokalisationsobjektes.

Der Unterkiefer weist in einem median oder paramedian geführten Schnitt durch den Frontzahnabschnitt eine S-förmige Krümmung auf. Er läßt sich in drei ineinanderübergehende Abschnitte aufgliedern:

1. in einen m i t t l e r e n Teil, der um die Längsachse des Corpus mandibulae gelegen ist und dem Bereich der Wurzelspitzen entspricht;
2. in einen l i n g u a l gerichteten Teil, der im Frontzahnbereich durch die Spina mentalis im Seitenzahnbereich durch die Crista mylohyoidea gekennzeichnet ist;
3. in einen b u k k a l gerichteten Teil, entsprechend dem Verlauf des Unterkieferrandes.

Die Einstellung des Zentralstrahles erfolgt nun in den Bereich einer dieser Anteile. Ferner muß die Lage des zu lokalisierenden Objektes berücksichtigt werden (siehe Abb. 4a).
Die Projektionen erfolgen in axialer Richtung und in verschiedenen Winkeln vorwärts zur axialen Senkrechten.

#### 2. Orientierungshilfen:

Um die oben beschriebene Zentralstrahlführung zu ermöglichen und um Objekte präzise lokalisieren zu können, wurden an der linken Unterkieferhälfte

folgende Markierungen angebracht:

11. ein Metallstift, lingual im Bereich der Wurzelspitze des zweiten Praemolaren,
12. ein Bohrerkopf, an der bukkalen Alveolenwand desselben Zahnes,
13. eine Markierung am bukkalen Unterkieferrand im Bereich des zweiten und dritten Molaren, die eine Exostose darstellen soll,
14. eine gleiche Markierung, nur lingual gelegen,
15. ein Fräsenkopf, 2 cm lingual vom zweiten Molaren gelegen, einen Speichelstein darstellend.

3. Belichtungszeiten:

Sämtliche Aufnahmen wurden mit einer Belichtungszeit von 1,1 sec. hergestellt.

4. Anordnung der Aufnahmeserie:

Abb. 35

Filmformat: 6 x 8 cm,

Filmlage: in Längsrichtung, linke Hälfte,

Einstellung: in axialer Richtung des ersten Praemolaren

Abb. 36

Filmformat: 6 x 8 cm,

Filmlage: in Längsrichtung, linke Hälfte,

Einstellung: in axialer Richtung durch den Metallstift

Abb. 37

Filmformat: 6 x 8 cm,

Filmlage: in Längsrichtung, linke Hälfte,

Einstellung: in axialer Richtung durch den Bohrerkopf

Abb. 38

Filmformat: 6 x 8 cm ,

Filmlage: in Längsrichtung, linke Hälfte,

Einstellung: halbaxial mit einem Winkel von 25° vorwärts zur axialen Senkrechten durch die Wurzelspitze des zweiten Praemolaren

Abb. 39

Filmformat: 6 x 8 cm,

Filmlage: transversal, linke Hälfte,

Einstellung: halbaxial mit einem Winkel von 45° durch die Wurzelspitze des zweiten Praemolaren

Abb. 40

Filmformat: 6 x 8 cm,

Filmlage: transversal, linke Hälfte,

Einstellung: halbaxial mit einem Winkel von 45° durch den Metallstift

Abb. 41

Filmformat: 6 x 8 cm,

Filmlage: transversal, linke Hälfte,

Einstellung: halbaxial mit einem Winkel von 45° durch den Bohrerkopf

5. Auswertung:

Abb. 35

Der Zentralstrahl ist auf den mittleren Anteil des Unterkieferkörpers gerichtet.
Die axiale Projektion stellt die Zähne und die angrenzenden Knochenpartien als Aufsicht in der Gesamtheit dar.
Die Kronen- und Wurzelquerschnitte der Zähne sind deutlich zu unterscheiden.
Die linguale Fläche des Unterkieferkörpers ist nur im Bereich der Frontzähne und Praemolaren deutlich als Begrenzungslinie gezeichnet, im distalen Bereich wird sie von den lingualen Höckern der Molaren überlagert. Die labiale und bukkale Fläche ist vollständig abgebildet, im Bereich der Frontzähne und Molaren besonders breitflächig.
Zu projektorisch bedingten Objektverschiebungen, wie wir sie von den Aufbißprojektionen des Oberkiefers her kennen, ist es hier nicht gekommen,

da sich im Unterkiefer keine Knochenpartien zwischen Film und Fokus befinden, die solche Verschiebungen verursachen könnten.
Die, bukkale Exostosen und den Speichelstein darstellenden Markierungen, treten deutlich aus dem Bereich des Knochens hervor, die linguale Exostose ist jedoch fast vollständig von den lingualen Höckern der Molaren verdeckt.

Abb. 36

Der Zentralstrahl ist nach lingual verschoben und verläuft in axialer Richtung durch den oberen lingualen Teil des Kieferkörpers, entsprechend der Orientierungshilfe 11.
Die Zähne sind etwa in gleicher Weise abgebildet wie im ersten Bild.
Die linguale Fläche des Unterkiefers ist jetzt vollständig von den Zähnen überlagert. Die bukkale Fläche wird durch diese Verschiebung noch deutlicher, noch breitflächiger abgebildet.

Abb. 37

Der Zentralstrahl ist nach bukkal verschoben und verläuft in axialer Richtung durch den unteren bukkalen Teil des Kieferkörpers, entsprechend der Orientierungshilfe 12.
Durch diese Projektionsrichtung tritt wiederum die linguale Kieferfläche aus dem Deckungsbereich der Zähne hervor und ist als Verdichtungslinie bis in den Molarenbereich hin zu verfolgen. Die bukkale Fläche ist im frontalen Bereich durch die Frontzähne und Praemolaren überdeckt, im Molarenbereich erscheint sie wieder flächig.

Abb. 38

Die Änderung der Projektionsrichtung durch eine Winkeleinstellung von 25° vorwärts zur axialen

Senkrechten ergibt eine Projektion, die der Abb. 35 nahezu situationsgleich ist. Lediglich die Frontzähne erscheinen in halbaxialer Projektion dargestellt.

Abb. 39

Erst eine Erweiterung des Winkels auf 45°, also halbsenkrecht zur axialen Senkrechten, und die Einstellung des Zentralstrahles auf den mittleren Teil des Unterkieferkörpers ergibt eine diagnostisch wertvolle Projektion.
Die Frontzähne sind halbaxial dargestellt, Praemolaren und Molaren axial.
Die linguale Fläche des Kieferkörpers erscheint nicht mehr als scharf gezeichnete Begrenzungslinie, sondern breitflächig aufgelockert, so daß der Alveolarfortsatz und die kontrastreiche Corticalis deutlich voneinander zu trennen sind. Im distalen Bereich ist sie jedoch noch von den Molaren verdeckt. Die bukkale Fläche wird durch die halbaxiale Projektion der Frontzähne in diesem Bereich überdeckt und ist erst in ihrem distalen Teil erkennbar.
Die Exostosen und der Speichelstein sind projektorisch bedingt hinter dem zweiten Molaren abgebildet.

Abb. 40

Die Verschiebung des Zentralstrahles nach lingual, wie sie bei der Abb. 36 beschrieben wurde, ergibt wiederum eine weitflächige Projektion der bukkalen Kieferfläche, die linguale wird wieder von den Molaren verdeckt.

Abb. 41

Führen wir den Zentralstrahl mit einer Winkeleinstellung von 45° durch den unteren bukkalen

Kieferanteil, so erreichen wir eine deutliche Abbildung der lingualen Kieferanteile weit in den Molarenbereich hinein, so daß sich die linguale Exostose markant von der Begrenzungslinie des Kieferkörpers abzeichnet. Die bukkale Fläche ist distal des zweiten Praemolaren zu erkennen, im mesialen Teil ist sie von den halbaxial dargestellten Zähnen überschattet.

b) Die "submandibuläre Projektion"

1. Einstellungstechnik:

Die Einstellung des Zentralstrahles richtet sich nach der Filmlage. Die Projektion erfolgt erstens in axialer Richtung auf den parallel zur Okklusionsebene der unteren Zähne liegenden Film und zweitens in halbaxialer Richtung auf den in den Mundboden gedrückten Film. In beiden Fällen bildet der Zentralstrahl mit der Filmebene einen Winkel von ca. 90°.
Zur Ergänzung der zweiten Aufnahmetechnik werden Projektionen mit verschiedenen Winkeleinstellungen vorgenommen (siehe Abb. 4b).

2. Anordnung der Aufnahmen:

Abb. 42

Filmformat: 4 x 5 cm,

Filmlage: parallel zur Okklusionsebene,

Einstellung: in axialer Richtung durch die Medianebene

Abb. 43

Filmformat: 4 x 5 cm,

Filmlage: der Film ist in den Mundboden gedrückt, und bildet mit der Hauptebene des Unterkiefers einen Winkel von ca. 45°

Einstellung: in halbaxialer Richtung mit einem Winkel von 10° vorwärts zur axialen Senkrechten auf die Wurzelspitzen der mittleren Schneidezähne

Abb. 44
Filmformat: 4 x 5 cm,
Filmlage: wie bei Nr. 2,
Einstellung: halbaxial mit einem Winkel von 20°

Abb. 45
Filmformat: 4 x 5 cm,
Filmlage: wie bei Nr. 2,
Einstellung: halbaxial mit einem Winkel von 30°

Abb. 46
Filmformat: 4 x 5 cm,
Filmlage: wie bei Nr. 2,
Einstellung: halbaxial mit einem Winkel von 40°

3. Auswertung:

Abb. 42

Der Zahnbogen und die lateralen Kieferanteile sind vollständig abgebildet. Die Übersichtsaufnahme zeigt die Begrenzung der frontalen und bukkalen Kieferfläche, im lingualen Raum ist diese nur bis in den Molarenbereich hin zu verfolgen, dann wird sie von den lingualen Höckern der Molaren überlagert.

Abb. 43

Die Schneidezähne lassen eine geringfügige halbaxiale Darstellung erkennen. Die zweiten Molaren sind bereits nicht mehr erfasst, die Praemolaren noch axial getroffen. Die Zeichnung der labialen und bukkalen Kieferanteile erstreckt sich nunmehr nicht nur auf ihre Begrenzung, sondern läßt schon deutlich die Flächen erkennen, während die lingualen Anteile völlig von den Zähnen überlagert werden.

Abb. 44

Eine nochmalige Erweiterung des Projektionswinkels um 10° bewirkt eine halbaxiale Darstellung der Frontzähne und Praemolaren, so daß sich diese im distalen Bereich schon überlagern. Die bukkale Kieferfläche ist nur noch bis zum ersten Molaren abgebildet. Deutlich heben sich die kortikalen Knochenanteile von der inneren Strukturierung ab.

Abb. 45

Die klassische halbaxiale Projektion zeigt die Frontzähne in einer optimalen Darstellung. Deutlich ist die Zeichnung der knöchernen Alveolenanteile. Durch die nahezu sagittale Projektion der Praemolaren sind diese völlig überlagert, die Molaren sind nicht mehr erfaßt. Diese Aufnahme läßt eine ausgezeichnete Abbildung des strukturellen Knochenaufbaues erkennen und ist demnach als Ausschnittsaufnahme zu bezeichnen.

Abb. 46

Die Projektion mit einem Winkel von 40° liefert eine Aufnahme, die an praxisübliche Filme der unteren Schneidezähne erinnert, mit dem Unterschied, daß die gesamte Kinnpartie mit ihren frontalen und lateralen Begrenzungen abgebildet ist.

C. Aufbißprojektionen im Oberkiefer am Patienten

1.) Pat. C.V. (Abb. 47, 48)

Die Projektion mit einem vertikalen Winkel von 70° zeigt den ventralen Oberkieferanteil. Deutlich sind drei Mesiodentes zu erkennen. Diese Einstellung zeigt das Lageverhältnis der Mesiodentes zu den Wurzeln der Frontzähne.
Die senkrechte Projektion (Abb. 48) klärt durch die direkte Aufsicht die Lagebeziehung der Mesiodentes zum Gesamtkiefer.

2.) Pat. J.P. (Abb. 49, 50)

Die 60° Projektion (Abb. 49) zeigt deutlich die beiden hochverlagerten Eckzähne in ihrer Ausdehnung zwischen dem mittleren Schneidezahn und dem ersten Praemolaren. Die Projektion mit einem Winkel von 80° (Abb. 50) markiert die palatinale Lage der Eckzähne.

3.) Pat. A.M. (Abb. 51, 52)

Die 60° Projektion (Abb. 51) zeigt in bekannter Weise den hochverlagerten Eckzahn. Die 110° Projektion liefert nicht durch mangelhafte Technik ein diffus unscharfes Bild, sondern es ist trotz einer Belichtungszeit von 5 sec. zu keiner exakten Abbildung gekommen.

## D I S K U S S I O N

Um eine exakte Überprüfung und Beurteilung der zahnärztlichen axialen und submandibulären Röntgenaufnahmemethoden durchführen zu können, wurde an Hand verschiedener Versuchsanordnungen und Aufnahmeserien am Skelett eine Systematik erarbeitet, deren Ergebnisse anderen Aufnahmeempfehlungen gegenübergestellt werden sollen.

Es galt zunächst einen umfassenden Überblick über die Möglichkeiten der Darstellung durch Aufbißprojektionen zu erhalten, um dann die verschiedenen Aufnahmeanordnungen jeweils der klinischen Fragestellung zuzuordnen.

Für die Aufbißprojektionen im Oberkiefer erscheint eine Unterteilung nach topographischen Gesichtspunkten am geeignesten. Sie gliedert den Oberkiefer in einen vorderen, in einen mittleren und in einen hinteren Anteil.

Während die transversale und vertikale Einstellung konstant gehalten werden soll, wird die Winkeleinstellung des Zentralstrahles in d r e i Einstellvariationen durchgeführt, welche sich nach dem jeweils darzustellenden Kieferanteil orientieren. Es ergibt sich, daß eine Einstellung des vertikalen Winkels von $70^{\circ}$ zur Darstellung des Frontzahnbereiches, mit $80^{\circ}$ für den Praemolaren- und mit $90^{\circ}$ für den Molarenbereich am zweckmäßigsten ist. Eine Abweichung der Zentralstrahlführung von der Median-Sagittalebene nach lateral bewirkt nur eine geringfügige Abbildungsänderung und sollte deshalb aus Symmetriegründen vermieden werden. Lediglich bei einseitiger Filmlage müßte der Zentralstrahl in horizontaler Richtung zur Filmmitte verschoben werden.

Die Wahl eines größeren Projektionswinkels, wie sie von Mc CALL und WALD (2) angegeben wird, ermöglicht es nicht, den Oberkiefer diagnostisch wertvoller darzustellen. Sie erweist sich im Vergleich mit der senkrechten Projektion nach SONNABEND (5) als nachteilig.

Die mit einem Winkel von 90° senkrecht zur Filmebene durchgeführte Projektion ermöglicht eine exakte Oberkieferübersicht und stellt die einzelnen Kieferbereiche mit ihren lateralen Anteilen in ihrer natürlichen Lagebeziehung dar. Die von SONNABEND angegebenen Diagnoseschwierigkeiten, die durch Übereinanderprojektion fokusnaher Knochenpartien eintreten, mindern den Wert dieser Einstellung nur wenig, da die auftretenden Schattenkonfigurationen eindeutig bestimmbar bleiben.

Entsprechend der jeweiligen Winkeleinstellung ist die Wahl des Filmformates und die Filmlage zu treffen. Während das Format 4 x 5 cm für Aufnahmen des Frontzahnbereiches völlig ausreichend ist, muß bei der Darstellung des dorsalen Kieferanteils ein größeres Bildformat angewandt werden, um eine vollständige Abbildung zu gewährleisten. Filme mit den Abmessungen von 6 x 8 cm sind für sämtliche Projektionen ausreichend groß. Die Lage des Filmes kann auf eine Kieferhälfte beschränkt werden, der Zentralstrahl muß dann aber ebenfalls seitwärts verschoben werden. Bei einer einseitigen Projektion kann jedoch der häufig notwendige Symmetrievergleich mit der anderen Kieferhälfte nicht vorgenommen werden.

Axiale und halbaxiale Aufbißprojektionen im Unterkiefer finden vor allem Anwendung bei der Lokalisation von Objekten, die auf Grund der klinischen Diagnose außerhalb des Knochens oder ihm aufsitzend zu erwarten sind, also zur Darstellung von Speichelsteinen und Exostosen. Sie ermöglichen außerdem eine exakte Darstellung der Spina mentalis zur Unterscheidung der dentalen (alveolären) Mittellinienverschiebung von der mandibulären in der Kieferorthopädie.

Erfolgt die axiale Projektion entlang der lingualen Kieferfläche, so werden die labialen und bukkalen Kieferanteile sehr breitflächig dargestellt. Im Knochen liegende Prozesse, wie überzählige Zahnanlagen, verlagerte Zähne oder

Zysten können somit deutlich diagnostiziert werden.

Die Darstellung der lingualen Kieferfläche und der ihr aufsitzenden Exostosen wird erst möglich, wenn die Zentralstrahlführung durch den unteren bukkalen Kieferanteil verläuft. Die Bildqualität kann dabei noch erheblich verbessert werden, wenn die Projektion mit einem Winkel von ca. $40^{\circ}$ vorwärts zur axialen Senkrechten erfolgt.

Die Indikation für Aufnahmen mit axialer Projektionsrichtung und submandibulärer Filmlage ist die gleiche wie für axiale Aufbißprojektionen. Frakturlinien und Dislokationen der Bruchstücke im Bereich des Corpus mandibulae, sowie die Darstellung der Spina mentalis sind die wesentlichen Indikationsbereiche.

Gilt es, nicht die Konturen, sondern die intraossalen Strukturen des Unterkiefers darzustellen, so ist die halbaxiale submandibuläre Projektion eine ausgezeichnete Methode. Sie ist allerdings auf die Abbildung des Kinnbereichs bis hin zu den Praemolaren beschränkt. Die dorsalen Partien sind besser mit den üblichen intraoralen Aufnahmen (zur Darstellung der Zähne) oder mit Halbseitenaufnahmen zu erfassen.

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die vorliegende Arbeit hatte die Aufgabe, die Methode, aber auch die Unzulänglichkeiten der verschiedenen zahnärztlichen Aufbißaufnahmetechniken darzustellen, die Ergebnisse systematisch zu ordnen und schließlich an Hand eines diagnostischen Wegweisers Aufnahmeempfehlungen zu geben, um einen klinischen Befund gezielt röntgenologisch nachweisen zu können.

Am mazerierten Schädel wurden Aufbißaufnahmen des Ober- und Unterkiefers unter verschiedenen Projektionsbedingungen angefertigt. Um eine genaue Interpretation der einzelnen Bilder durchführen zu können, wurden den natürlichen Abbildungsobjekten künstliche Orientierungshilfen zugeordnet, die Objektverschiebungen bei unterschiedlichen Projektionen genau verfolgen ließen.

Nach einem bestimmten Schema, das für die Herstellung von Aufbißaufnahmen im Oberkiefer drei Einstellungsrichtungen des Zentralstrahles vorschreibt, wurden fünf Aufnahmeserien zu je sechs Bildern hergestellt. Die einzelnen Serien unterscheiden sich voneinander durch unterschiedliche Zentralstrahlführung in vertikaler und horizontaler Richtung auf die Filmebene, während bei den Bildern einer Serie jeweils der Projektionswinkel variiert wurde. Weiter wurden Lage und Format der Filme berücksichtigt.

Die Besprechung und Beurteilung der einzelnen Bilder und die Gegenüberstellung der einzelnen Serien ließen erkennen, welche Projektionsanordnung die günstigsten Voraussetzungen für eine klare Interpretation stellt.

Es ließ sich keine Anordnung finden, die den Oberkiefer in seiner Gesamtheit optimale zur Darstellung brachte. Es werden deshalb insgesamt d r e i Einstellungen vorge-

schlagen, durch die bestimmte Oberkieferanteile diagnostisch am zweckmäßigsten projiziert werden: die Einstellung mit 70° für den anterioren, die mit 80° für den zentralen und die mit 90° für den posterioren Kieferbereich. Dabei klärt die senkrechte Projektion am besten die Lagebeziehung der Lokalisationsobjekte zum Gesamtkiefer und kann somit als erste und wichtigste Aufnahmeempfehlung angesehen werden.
Eine Variation der vertikalen und horizontalen Zentralstrahlführung erwies sich als nicht günstig.

Die Aufbißaufnahmen des Unterkiefers wurden nicht nach einem bestimmten Projektionsschema angefertigt. Hier mußte die Einstellung des Zentralstrahles verschiedenartig entsprechend dem anatomischen Aufbau des Unterkiefers vorgenommen werden. Wesentlich war hier eine Variation nicht in Bezug auf den Projektionswinkel, sondern die Verschiebung des Zentralstrahles in horizontaler Richtung auf die innere oder äußere Unterkieferfläche. So wurde es möglich, dem Knochen aufsitzende Exostosen in ihrer Kontur deutlich zu erkennen.

Die anschließend durchgeführte submandibuläre Projektion stellt eine vorzügliche Methode dar, bei axialer Strahlenführung den Unterkiefer in seiner Gesamtheit zu erfassen. Bei halbaxialer Zentralstrahlführung in der Median-Sagittalebene kommt es jedoch nur zur Abbildung des vorderen Kieferbereiches, dessen strukturelle Erfassung jedoch hervorragend ist.

Abb. 1 Frontalansicht des Schädels

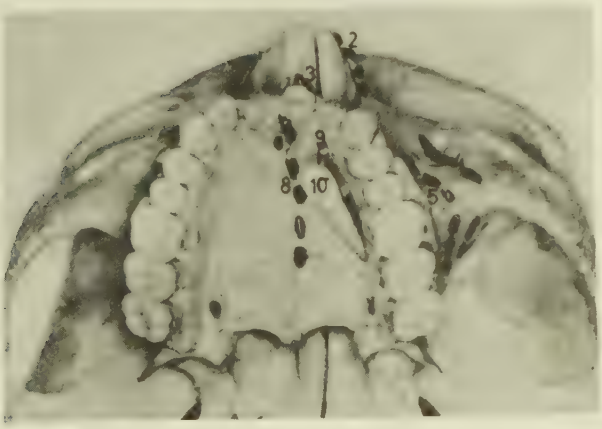


Abb. 2 Oberkieferübersicht

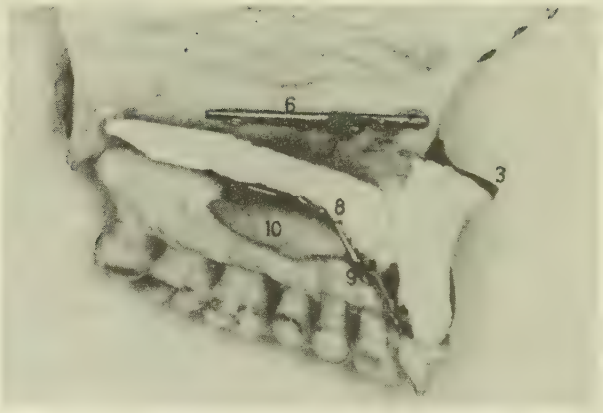


Abb. 3 Oberkiefer im Sagittalschnitt

Abb. 4 Unterkieferübersicht

# PROJEKTIONSSCHEMA

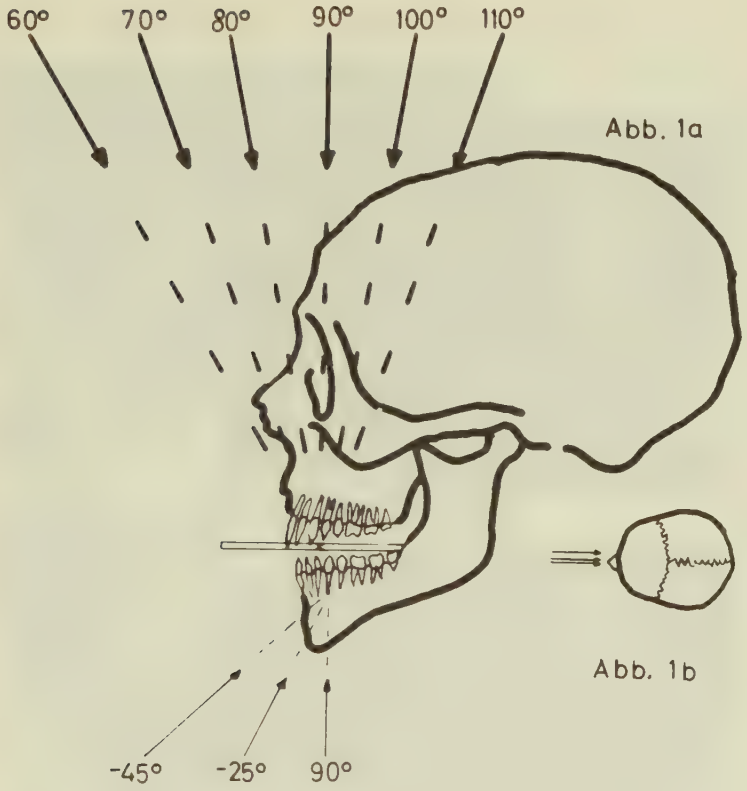


Abb. 1a

Abb. 1b

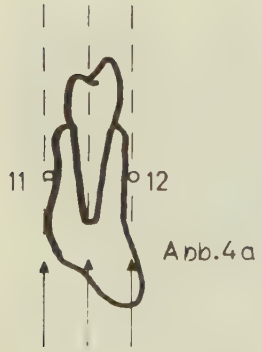


Abb. 4a

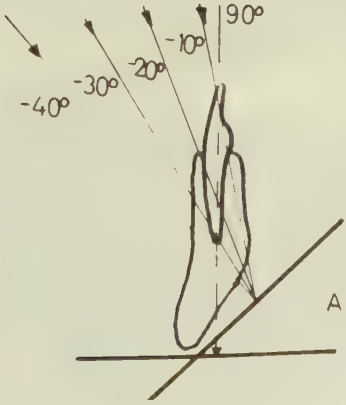


Abb. 4b

Aufbißprojektionen im Oberkiefer 1. Serie:

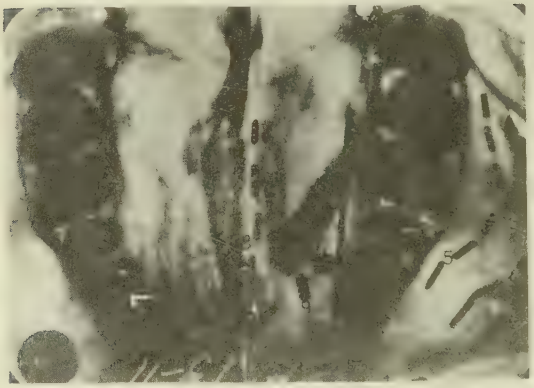

Abb. 5
Winkeleinstellung: 110° (axiale Projektion) transversale Einstellung in der Medianebene

Abb. 6
Winkeleinstellung: 100° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung in der Medianebene

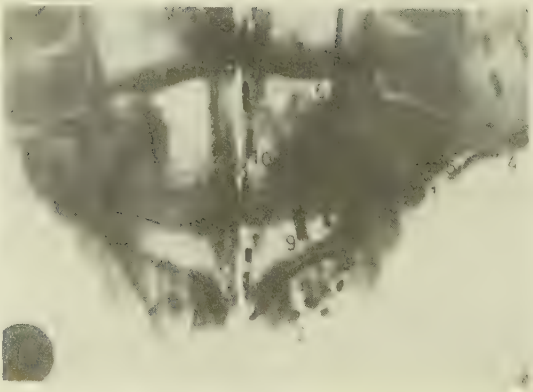

Abb. 7
Winkeleinstellung: 90° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung in der Medianebene

Abb. 8
Winkeleinstellung: 80° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung in der Medianebene

Abb. 9
Winkeleinstellung: 70° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung in der Medianebene

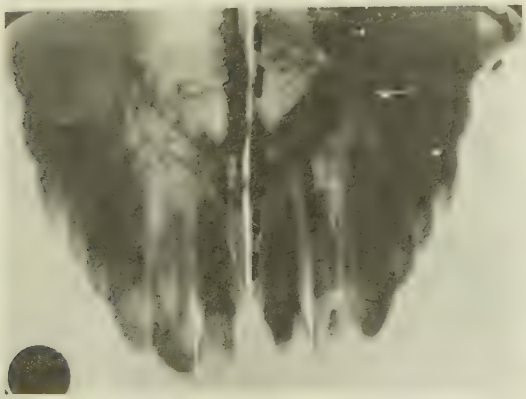

Abb. 10
Winkeleinstellung: 60° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung in der Medianebene

2. Serie

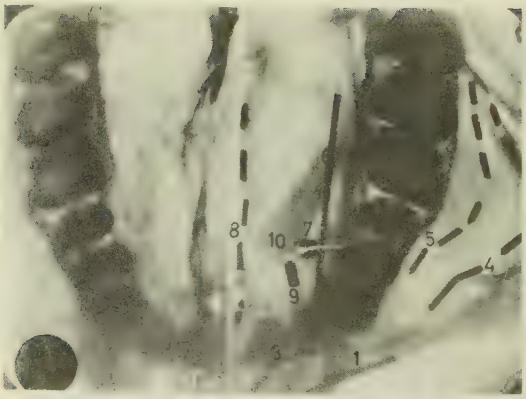


Abb. 11
Winkeleinstellung: 110° (axiale Projektion)
transversale Einstellung: 1 cm links der Medianebene

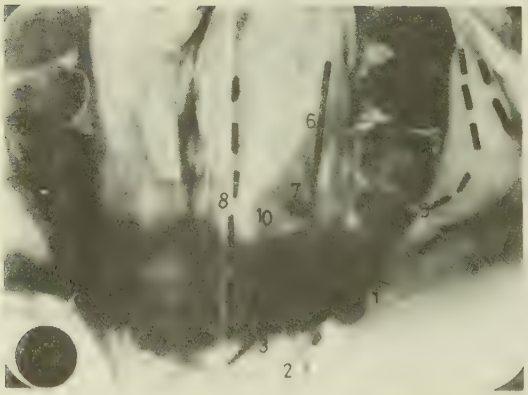


Abb. 12
Winkeleinstellung: 100° (halbaxiale Projektion)
transversale Einstellung: 1 cm links der Medianebene

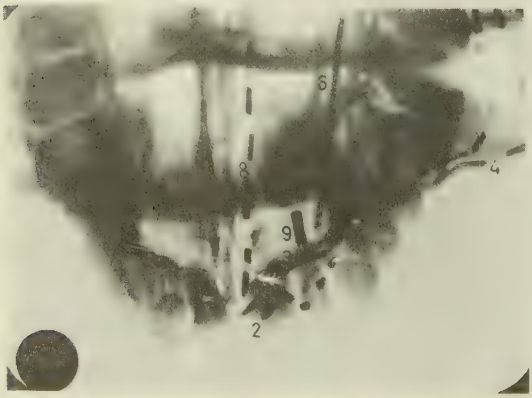


Abb. 13
Winkeleinstellung: 90° (halbaxiale Projektion)
transversale Einstellung: 1 cm links der Medianebene

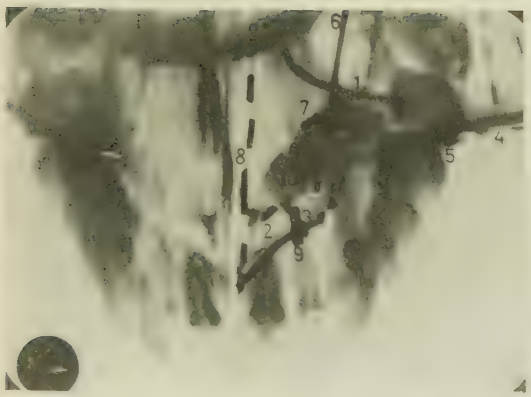

Abb. 14
Winkeleinstellung: 80° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung: 1 cm links der Medianebene

Abb. 15
Winkeleinstellung: 70° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung: 1 cm links der Medianebene

Abb. 16
Winkeleinstellung: 60° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung: 1 cm links der Medianebene

3. Serie

Abb. 17
Winkeleinstellung: 110° (axiale Projektion)
transversale Einstellung: 1/2 cm rechts der Medianebene

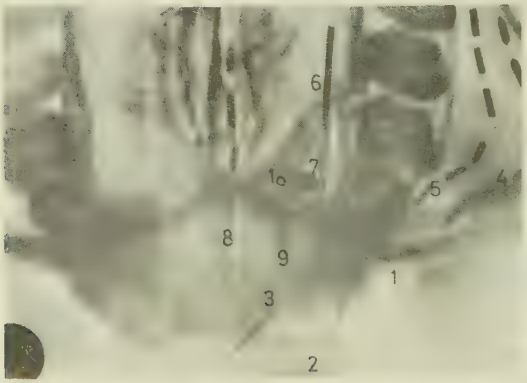


Abb. 18
Winkeleinstellung: 100° (halbaxiale Projektion)
transversale Einstellung: 1/2 cm rechts der Medianebene

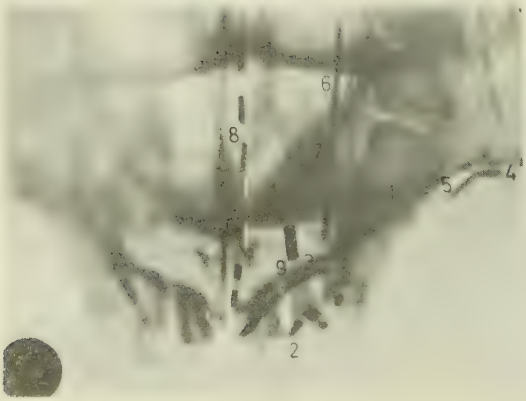


Abb. 19
Winkeleinstellung: 90° (halbaxiale Projektion)
transversale Einstellung: 1/2 cm rechts der Medianebene

Abb. 20
Winkeleinstellung: 80° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung: 1/2 cm rechts der Medianebene

Abb. 21
Winkeleinstellung: 70° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung: 1/2 cm rechts der Medianebene

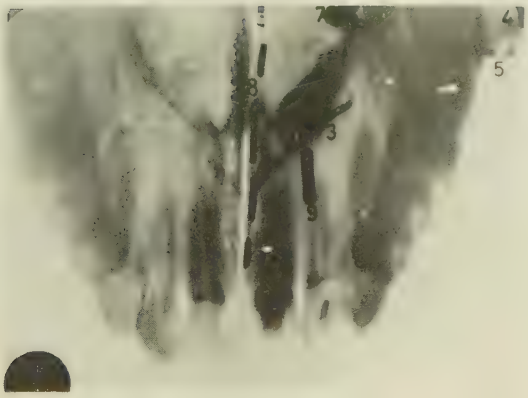

Abb. 22
Winkeleinstellung: 60° (halbaxiale Projektion) transversale Einstellung: 1/2 cm rechts der Medianebene

4. Serie

Abb. 23
Winkeleinstellung: 110°
transversale Einstellung
1 cm links der Medianebene

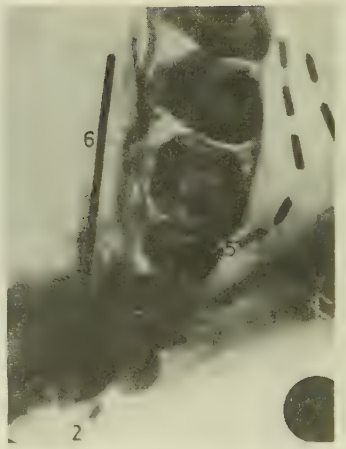


Abb. 24
Winkeleinstellung: 100°
transversale Einstellung
1 cm links der Medianebene

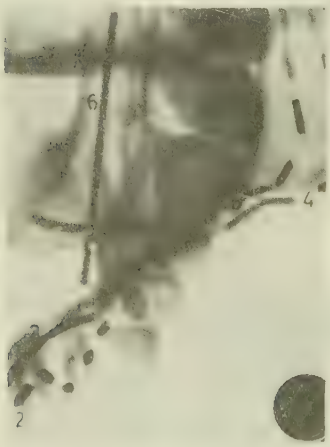


Abb. 25
Winkeleinstellung: 90°
transversale Einstellung
1 cm links der Medianebene

Abb. 26
Winkeleinstellung: 80°
transversale Einstellung
1 cm links der Medianebene

Abb. 27
Winkeleinstellung: 70°
transversale Einstellung
1 cm links der Medianebene

Abb. 28
Winkeleinstellung: 60°
transversale Einstellung
1 cm links der Medianebene

5. Serie

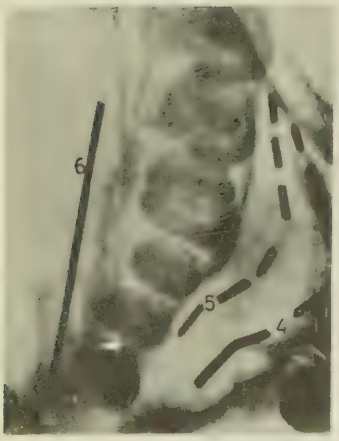


Abb. 29
Winkeleinstellung: 110°
transversale Einstellung
links in Höhe der Crista
infrazygomatica

Abb. 30
Winkeleinstellung: 100°
transversale Einstellung
links in Höhe der Crista
infrazygomatica

Abb. 31
Winkeleinstellung: 90°
transversale Einstellung
links in Höhe der Crista
infrazygomatica

Abb. 32
Winkeleinstellung: 80°
transversale Einstellung
links in Höhe der Crist
infrazygomatic

Abb. 33
Winkeleinstellung: 70°
transversale Einstellung
links in Höhe der Crista
infrazygomatic

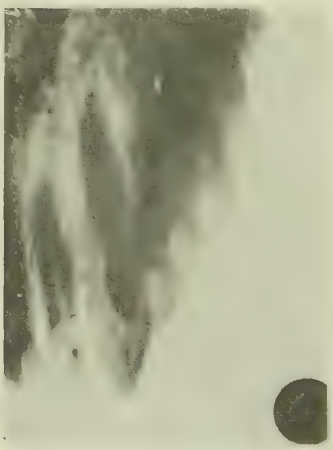

Abb. 34
Winkeleinstellung: 60°
transversale Einstellung
links in Höhe der Crist
infrazygomatic

Aufbißprojektionen im Unterkiefer

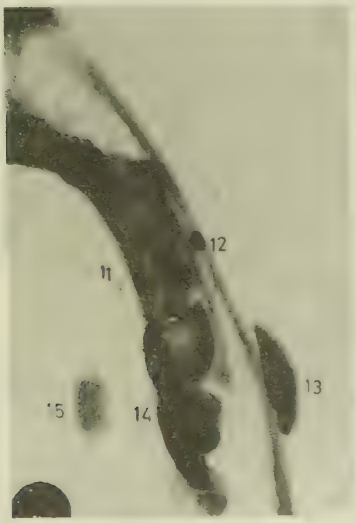


Abb. 35
Projektion in axialer Richtung des ersten Praemolaren

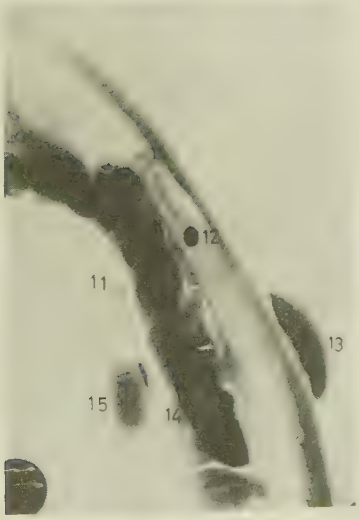


Abb. 36
Projektion in axialer Richtung auf die Markierung Nr. 11

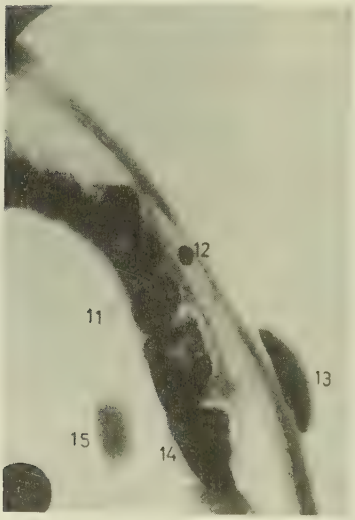


Abb. 37
Projektion in axialer Richtung auf die Markierung Nr. 12

Abb. 38
Projektion halbaxial mit einem Winkel von 25° vorwärts zur axialen Senkrechten durch die Wurzelspitze $P_2$

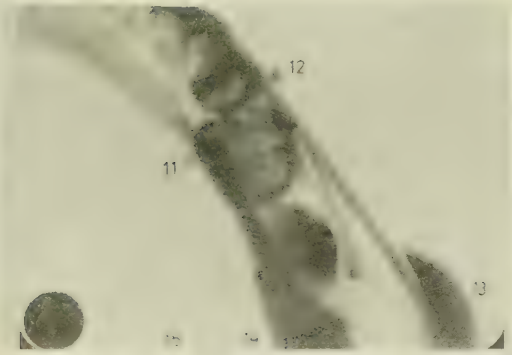


Abb. 39
Projektion halbaxial mit einem Winkel von 45° durch die Wurzelspitze $P_2$

Abb. 40
Projektion halbaxial mit einem Winkel von 45° durch die Markierung Nr. 11

Abb. 41
Projektion halbaxial mit einem Winkel von 45° durch die Markierung Nr. 12

**Submandibuläre Projektion**

Abb. 42
Projektion in axialer Richtung durch die Medianebene

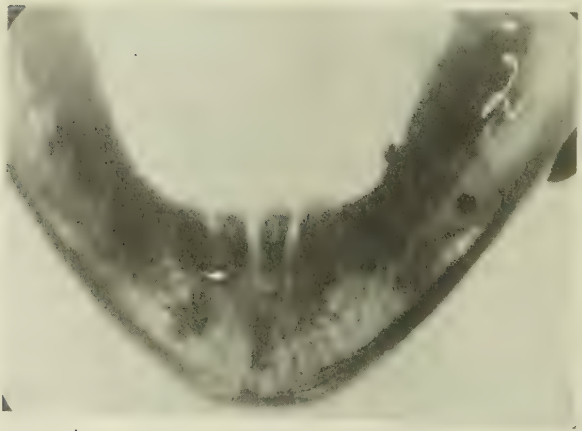

Abb. 43
Projektion in halbaxialer Richtung mit einem Winkel von $10^{o}$ vorwärts zur axialen Senkrechten

Abb. 44
Projektion in halbaxialer Richtung mit einem Winkel von 20°

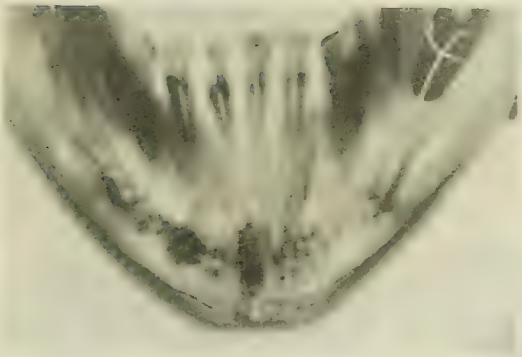

Abb. 45
Projektion in halbaxialer Richtung mit einem Winkel von 30°

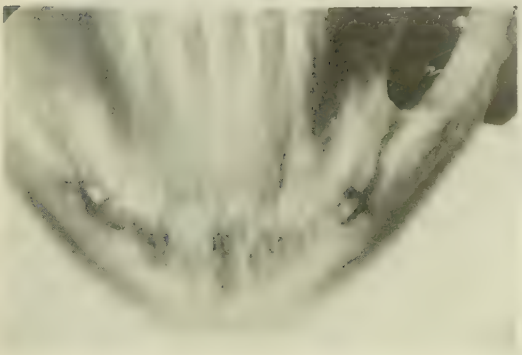

Abb. 46
Projektion in halbaxialer Richtung mit einem Winkel von 40°

Aufbißprojektionen im Oberkiefer am Patienten

Abb. 47
Projektion mit einem Winkel von 70° in halbaxialer Richtung in der Medianebene

Abb. 48
Projektion mit einem Winkel von 90° in halbaxialer Richtung senkrecht auf die waagerechte Filmebene

Abb. 49
Projektion mit einem Winkel von 60° in halbaxialer Richtung in der Medianebene

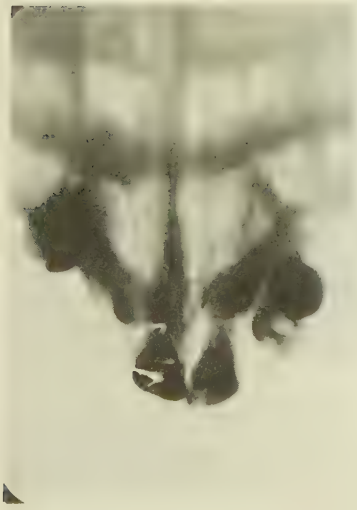

Abb. 50
Projektion in einem Winkel von 60° in halbaxialer Richtung in der Medianebene

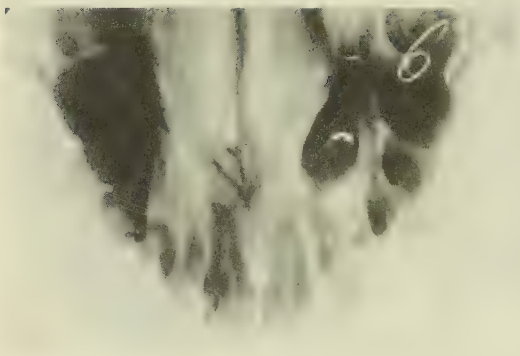

Abb. 51
Projektion mit einem Winkel von 60° in halbaxialer Richtung in der Medianebene

Abb. 52
Projektion mit einem Winkel von 110° in axialer Richtung in der Medianebene

# L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S


1. MATHIS, H. und HIELSCHER, W. — Einführung in die zahnärztliche Röntgenologie Berlinische Verlagsanstalt GmbH 1962

2. Mc CALL, J.O. und WALD, S.S. — Handbuch der klinischen dentalen Röntgenologie Medica Verlag, Stuttgart - Wien - Zürich 1959

3. PARMA, C. — Zahnärztliche Röntgendiagnostik Urban & Schwarzenberg, Wien - Berlin 1929

4. v. RECKOW, J.F. — Die Lehren der Zahnröntgenaufnahmen für die Praxis Dtsch.zahnärztl.Z. 5, 338 1955

5. SONNABEND, E. — Das Röntgenbild in der zahnärztlichen Praxis Richard Pflaum Verlag, München 1958

Für die freundliche Übernahme der Arbeit nach dem Tod von Herrn Professor Dr.med.dent. Werner HIELSCHER und für die wohlwollende Unterstützung möchte ich mich bei Herrn Professor Dr.med.Dr.med.dent. Gerhard FRENKEL sehr herzlich bedanken.

Ebenso danke ich Herrn Professor Dr.med.dent. Christian SCHULZE für seine Anregungen und Hinweise.